

新石狩大橋ランガー橋部の固有振動特性評価

室蘭工業大学大学院

学生会員 ○吉澤 佳展

室蘭工業大学

フェロー 岸 徳光

室蘭工業大学

正会員 小室 雅人

土木研究所寒地土木研究所 正会員 佐藤 京

土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明

土木研究所寒地土木研究所 正会員 岡田 慎哉

1. はじめに

新石狩大橋は、石狩川河口上流約 24 km に位置する国道 275 号北海道江別市の長大橋梁で、昭和 43 年に竣工した。本研究では、維持管理の観点から現時点における固有振動特性の評価を目的として、強制加振実験および常時微動観測を実施した。本論文では、特にバランスド・ランガー橋部の強制加振実験に関する概要を報告すると共に、三次元有限要素法による固有振動解析を実施し、加振実験結果との比較により、本橋の現時点における健全度の評価を行った。なお、本実験は平成 17 年 9 月に実施した。

2. 新石狩大橋の概要

本橋は、全長 917.8 m であり、上部構造は 5 径間連続鋼合成桁橋 2 連、単純鋼合成桁橋 2 連、バランスド・ランガー橋（以後、単にランガー橋）1 連、3 径間連続鋼合成桁橋 1 連で構成されている。

3. 強制加振実験の概要と結果

強制加振実験は、トラッククレーンを用いた重錘上下法により実施した。計測方法は、橋梁各点に設置したサーボ型加速度計からの出力を同時計測し、得られた加速度波形を基に FFT 処理を施しフーリエスペクトルを求め、低次の各固有振動数および固有振動モードの特定を行った。本実験では、図-1(a) に示すように主桁の振動特性に着目したケース 1（計 18 ch）と、主桁およびランガー部の振動特性に着目したケース 2（計 32 ch）で加速度計の設置位置を変化させている。なお、計測は 5 ms のサンプリングタイムで収録用 PC にて一括収録した。

図-1(b) には、トラッククレーン（質量：26,500 kg）の設置位置を示している。加振は、クレーンに 3,000 kg 重錘を取り付けて行い、曲げ振動励起加振ではブームを橋軸方向に張り出すことにより効率よく強制振動が励起されるようにした。一方、ねじり振動励起加振の場合には、吊り材間隔が狭いことによりブームを橋軸直角方向の桁外に張り出すことができないため、橋軸直角方向の桁内にて張り出すことにより、加振を行った。なお、 $L/2$ 点加振は橋軸方向対称振動モードを、 $L/4$ 点加振は橋軸方向逆対称振動モードの励起を想定している。

図-2 には、実験結果の一例としてケース 1 における $L/4$ 点曲げ加振時（図-1(b) 中の A 点）における測点 a（図-1(a) 参照）で計測された加速度波形から求めたフーリエスペクトルを示している。なお、各固有振動モードおよび固有振動数は各測点の対応する振動数におけるフーリエスペクトル値と位相スペクトル値を用いて、橋全体のモード分布を求め、節および腹の変動やモードの連成の無いことを確認して特定した。

キーワード：バランスド・ランガー橋、固有振動特性、強制加振実験、有限要素法

連絡先：〒050-8585 室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学 建設システム工学科 TEL 0143-46-5230 FAX 0143-46-5227

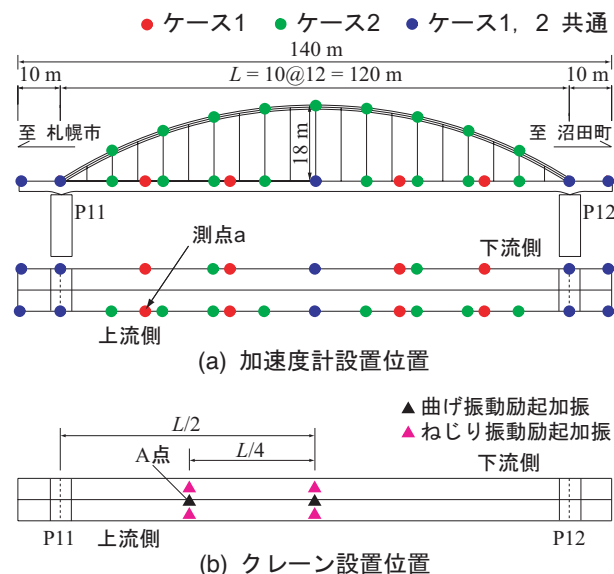


図-1 加速度計およびクレーン設置位置図

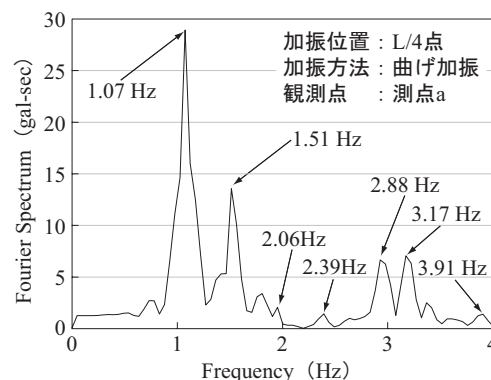


図-2 フーリエスペクトルの一例

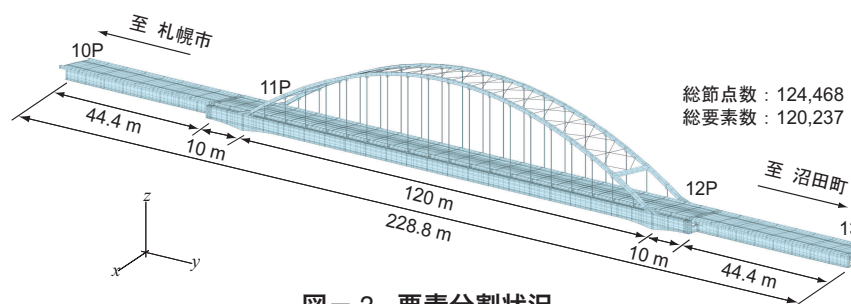


図-3 要素分割状況

表-1 使用物性値一覧

使用材料	弾性係数 E (GPa)	密度 ρ (g/cm ³)	ポアソン比 ν
鋼材	206	7.85	0.30
RC	30	2.50	0.20
アスファルト	9.8	2.30	0.35

4. 三次元有限要素法を用いた固有振動解析

解析対象範囲はランガー橋部および両側に位置する合成桁部（44.4 m × 2）を含む 228.8 m としている。図-3 には、本解析モデルの要素分割状況を示している。使用要素は、主桁部、ランガー部、支承部には 4 節点シェル要素あるいは 8 節点固体要素を、対傾構には、モデルの簡略化のために 2 節点ビーム要素を用いた。また、本解析では強制加振時の実験条件と同一となるように、トラッククレーンの質量とその位置を考慮している。表-1 には、本解析の使用物性値を一覧にして示している。本解析では、三次元構造解析用汎用プログラム ABAQUS を用い、弾性解析を行った。境界条件は、設計条件と同様に主桁下面の可動支点到に相当する節点を橋軸直角方向および鉛直方向に拘束し、固定支点到に相当する節点を完全固定とした。なお、解析結果はランガー橋部の振動特性の把握に主眼を置いていることより、吊り径間（合成桁部）の振動については無視して整理することとした。

5. 結果と考察

図-4 には、数値解析および強制加振実験より得られた代表的な固有振動モードおよび対応する固有振動数を比較して示している。なお、ねじり振動以外のモードは、全て上流側の加速度計出力から求めたものである。まず、各振動モードにおける固有振動数を比較すると、ねじり振動モードに関しては、10 % 程度の誤差が生じているものの、曲げ振動モードにおける誤差は最大で 7 %（曲げ対称 1 次振動）程度となっており、解析結果は実験結果と大略一致したもののとなっている。なお、ねじり逆対称 1 次振動モードの場合には、加振位置によって固有振動数に若干の差異が生じている。この要因については現在のところ不明であり、今後詳細な検討が必要であるものと考えられる。主桁の振動モードを比較すると、ねじり逆対称 1 次振動モードに関しては吊り径間との掛け違い部分で大きな差異が見られるものの他の振動モードは、実験結果とほぼ一致している。また、ランガー部の振動モードに関しては、解析結果と実験結果は非常によく一致していることが分かる。

6. まとめ

本論文で得られた結果を整理すると以下ようになる。

- 1) 強制加振実験により、低次の固有振動数および対応する固有振動モードを特定することができた。
- 2) ねじりの逆対称モードに関して、上流側と下流側加振時で固有振動数に若干の差異が見られた。この要因については、今後詳細な検討を行う必要がある。
- 3) 三次元有限要素法を用いた固有振動解析結果と強制加振実験結果がほぼ等しいことより、本橋は建設当時とほぼ同程度の健全度を保持しているものと推察される。

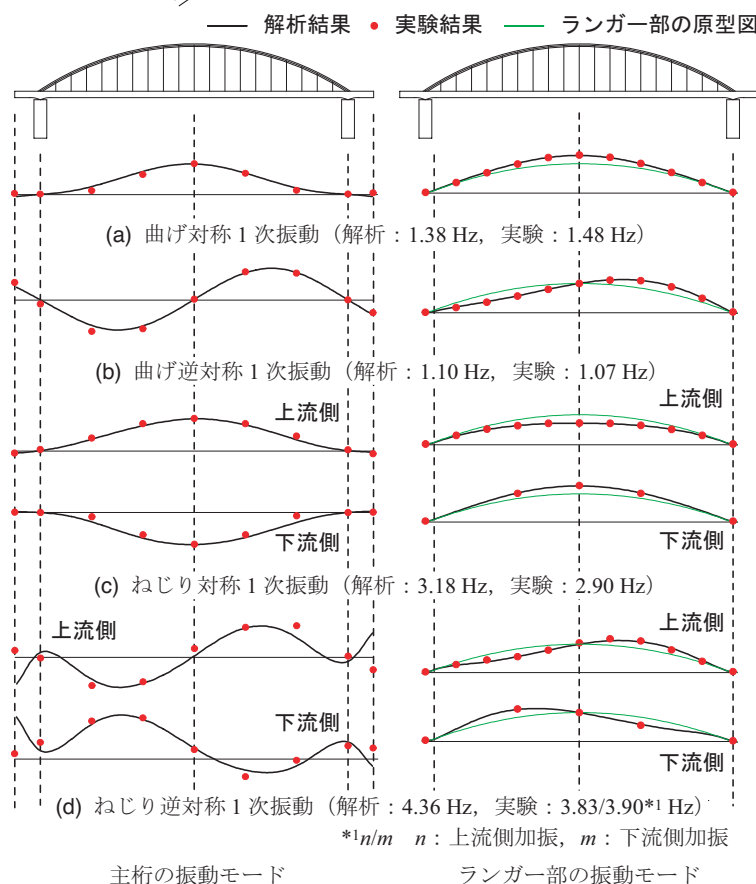


図-4 解析結果と強制加振実験結果の比較